

大學入學考試中心
107學年度指定科目考試試題

物理考科

— 作答注意事項 —

考試時間：80分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

說明：第1題至第20題，每題有5個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得3分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 假設地球可視為密度均勻的孤立球體，比較以下甲、乙、丙三處的重力場強度，由大至小排列順序為下列何者？
甲：臺灣東岸海平面一處。 乙：大氣層對流層頂。
丙：福衛五號人造衛星軌道（地面上空高度 720 公里）。
(A) 丙乙甲 (B) 甲乙丙 (C) 乙丙甲 (D) 甲丙乙 (E) 乙甲丙
2. 下列關於哈伯定律和宇宙膨脹的敘述，何者正確？
(A) 顏色越偏紅的星系離我們越遙遠
(B) 哈伯定律最早是由愛因斯坦所提出
(C) 地球到太陽的距離正以宇宙膨脹的速率隨時間而增加
(D) 根據哈伯定律，遙遠星系的遠離速率正比於它跟我們的距離
(E) 宇宙目前正在膨脹是由於觀察到我們的銀河系內各星座之間的距離隨時間而增加
3. 已知水的比熱約為 $4.19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，冰的熔化熱約為 $335 \text{ kJ}/\text{kg}$ 。有一組學生欲測量金屬的比熱，經討論後決定先將冰與水放入一絕熱容器中混合。已知在 0°C 達成熱平衡時，水有 0.39 kg ，而冰有 0.01 kg 。此時將溫度為 82.0°C 、質量為 0.20 kg 的金屬球放入，若整個系統再度達到熱平衡時的溫度為 2.0°C ，且過程中的熱量散失可不計，則金屬球的比熱最接近多少 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ？
(A) 0.17 (B) 0.25 (C) 0.31 (D) 0.42 (E) 0.61
4. 將相同種類的理想氣體分別灌入兩個不同的密閉容器中，當氣體達到熱平衡後，下列關於兩容器內氣體性質的敘述，何者正確？
(A) 溫度較高者，壓力必定較大
(B) 體積較大者，壓力必定較小
(C) 壓力較大者，氣體分子的平均動能必定較大
(D) 莫耳數較大者，氣體分子的總動能必定較大
(E) 溫度較高者，氣體分子的方均根速率必定較大
5. 下列關於原子的敘述，何者最符合拉塞福模型或波耳模型的原始主張？
(A) 原子中有正電荷和負電荷
(B) 原子中的正電荷集中於原子核
(C) 原子質量的 10 % 集中於原子核
(D) 原子核主要是由質子和中子構成
(E) 氫原子的光譜為不連續，是因為光具有粒子的特性

6. 在已知的 37 種碘的同位素中，只有碘-127 是穩定的，其他都具有放射性，例如碘-138 原子核可衰變成為氙原子核，並放出一未知粒子 X 及反微中子 $\bar{\nu}$ ，其核反應式為： ${}^{138}_{53}\text{I} \rightarrow {}^m_{54}\text{Xe} + {}^p_qX + \bar{\nu}$ 。已知 ${}^{138}_{53}\text{I}$ 的質量數為 138，所帶基本電荷數為 53，則 $m+p+q$ 等於下列何數？
(A) 136 (B) 137 (C) 138
(D) 139 (E) 140
7. 掃描顯微鏡可以用探針觀察微小尺度的現象與操控微小尺度的物體。若探針可感測及操控的最小尺度約為針尖粗細的 1.0%，則能感測單一原子的探針，其針尖粗細最大的尺度約為下列何者？
(A) 10 mm (B) 10 μm (C) 10 nm
(D) 10 μm (E) 10 fm
8. 一支均勻直尺的長度為 30 cm，若在直尺上距離直尺左端 25 cm 處放置一質量為 50 g 的小物體，則須於直尺上距離直尺左端 20 cm 處支撐直尺，方可使其維持水平狀態。該直尺的質量為多少 g？
(A) 20 (B) 30 (C) 50
(D) 60 (E) 70
9. 以每個電子的動能均為 K 的低能量電子束，射向間距為 d 的雙狹縫，然後在距離狹縫為 L 之屏幕平面上，以探測器測出屏幕平面各位置電子數目的密度，在 $L \gg d$ 時，發現兩相鄰電子數目密度最小處的間隔為 Δy ；若將電子的動能改為 $4K$ ，則兩相鄰密度最小處的間隔約為下列何者？
(A) $4\Delta y$ (B) $2\Delta y$ (C) Δy
(D) $\frac{1}{2}\Delta y$ (E) $\frac{1}{4}\Delta y$
10. 照相機鏡頭透鏡的焦距和光圈直徑大小的比值稱為 f 數（也稱為光圈數或焦比）。已知單位時間通過鏡頭的光能和光圈的面積成正比。某一數位照相機鏡頭透鏡的焦距固定為 50 mm，當 f 數設定為 2，可得最佳照片的正確曝光時間為 $\frac{1}{450}$ 秒，若將 f 數設定改為 6，則其最佳的曝光時間應為多少秒？
(A) 1/6 (B) 1/12 (C) 1/50
(D) 1/150 (E) 1/900
11. 已知音階上中央 C 的頻率為 262 Hz，每升高 n 個八度音，聲音頻率就變為原來的 2^n 倍。當聲速為 340 m/s 時，若欲用兩端開口的管子做成管風琴，在僅考慮基音頻率的情況下，其能彈奏的最高音為中央 C 升高兩個八度音，則最短管子的長度最接近多少 cm？
(A) 28 (B) 24 (C) 20
(D) 16 (E) 12

12. 電磁流量計可以量測導電流體的流量（單位時間流過的流體體積），常用來量測血液在血管中的流速。如圖 1 所示，它是由一個產生磁場的線圈，及用以量測電動勢的兩個電極所構成，可架設於管路外來量測液體流量。以 V 代表流速， B 代表電磁線圈產生的磁場， D 代表管路內徑，若磁場 B 的方向、流速 V 的方向與量測感應電動勢兩極連線的方向三者相互垂直，則量測到的感應電動勢會和下列何式成正比？

- (A) BD/V
(B) $1/VBD$
(C) V/BD
(D) VB/D
(E) VBD

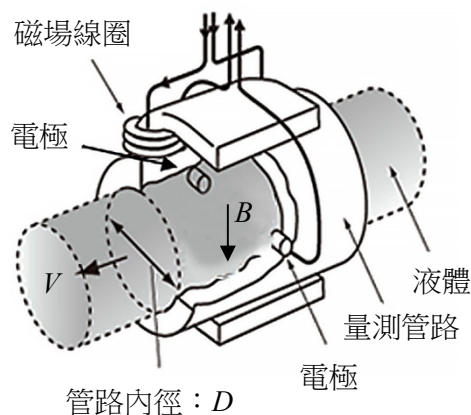


圖 1

13. 一金屬厚球殼的內、外半徑分別為 R_1 與 R_2 ，中空球心處靜置一電量為 q 的點電荷，如圖 2 所示。設庫侖常數為 k ，則在金屬球殼內距球心為 r 處（ $R_1 < r < R_2$ ）的電場量值為下列何者？

- (A) 0
(B) $\frac{kq}{r^2}$
(C) $\frac{kq}{r}$
(D) $\frac{4kq}{(R_1 + R_2)^2}$
(E) $\frac{2kq}{(R_1 + R_2)}$

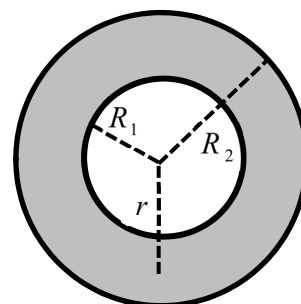


圖 2

14. 電鰻可利用體內組織構成的放電單元產生高電壓以驅動電流。圖 3 的電路是電鰻在水中掠食時放電組織產生高電壓的示意圖，其中每一放電單元產生的電動勢為 ε ，其內電阻為 r ，每一列串聯線路各含有 N_1 個放電單元，全部共有 N_2 列線路並聯在一起。電鰻放電組織與周遭的水與獵物串聯形成迴路，若周遭的水與獵物合計的電阻為 R ，則此電鰻可對 R 產生的最大電流為下列何者？

- (A) $\frac{N_1 N_2 \varepsilon}{N_1 r + N_2 R}$
(B) $\frac{N_1 N_2 \varepsilon}{N_1 R + N_2 r}$
(C) $\frac{N_2 \varepsilon}{N_1 R + N_2 r}$
(D) $\frac{N_1 \varepsilon}{N_1 r + N_2 R}$
(E) $\frac{N_2 \varepsilon}{N_1 (r + R)}$

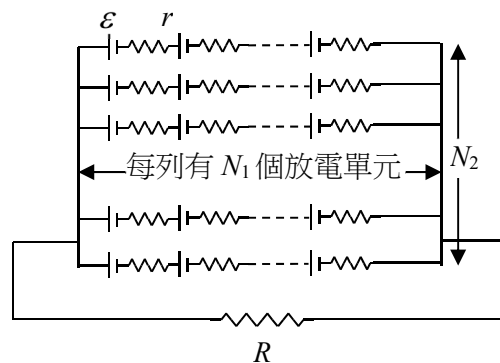


圖 3

15. 一上端為 S 極的圓柱型磁鐵棒在時間 $t = 0$ 時，自高處由靜止開始自由下落，此時磁鐵 N 極的高度為 H ，如圖 4 所示。

在時間 $t = t_0$ 時，磁鐵的 N 極恰好到達一個線圈中心軸上緣，此處的高度為 h ，此時通過線圈流經電阻為 R 的外接電線之應電流值為 I_0 ，如圖 5 所示。若線圈每單位長度的圈數為 n ，且可忽略線圈的電阻，則下列有關應電流的敘述，何者正確？

- (A) I_0 的大小與 H 成反比
(B) I_0 的大小與 n 成正比
(C) I_0 的大小與 h 成正比
(D) I_0 的大小與磁鐵在時間 t_0 時的速率無關
(E) 若掉落時磁鐵的上端為 N 極，則 I_0 的大小與方向都不受影響

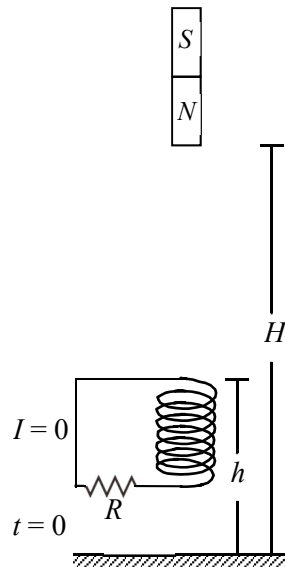


圖 4

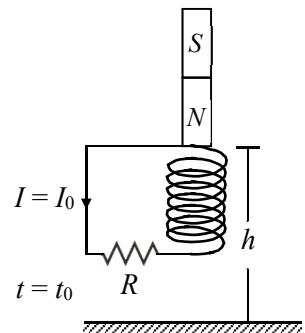


圖 5

16. 一物體在光滑水平面上作簡諧運動，當其位移為振幅一半時，速率為 v ，則此物體通過位移為零之平衡點時的速率為下列何者？

- (A) $2v$ (B) $\frac{2\sqrt{3}}{3}v$ (C) v (D) $\frac{\sqrt{3}}{2}v$ (E) $\frac{1}{2}v$

17. 雲霄飛車是一種常見於主題樂園中的遊樂設施，其軌道通常有如圖 6 所示的迴圈。若考慮正圓的迴圈軌道，且軌道可視為在一鉛直面上，雲霄飛車的車廂在沒有動力驅動之下，沿著軌道內側繞行，且軌道只能提供向心力，摩擦阻力可忽略，重力加速度為 g ，則當車廂可沿整個圓圈軌道繞行時，車廂在軌道最低點的加速度量值至少為何？



圖 6

- (A) $2g$
(B) $3g$
(C) $4g$
(D) $5g$
(E) $6g$

18. 一個質量為 8.0 公斤的物體在距地面高度 30 公尺處由靜止發生爆炸，爆炸瞬間分裂為兩碎片，且同時沿鉛直方向飛離。在爆炸後 2.0 秒時，其中一碎片恰落地，而另一碎片尚離地面 16 公尺高。若空氣阻力與物體因爆炸而損失的質量均可不計，則爆炸後先落地的碎片之質量為多少公斤？(取重力加速度為 10 公尺/秒²)

- (A) 7.0 (B) 6.0 (C) 5.0 (D) 4.0 (E) 3.0

第 19-20 題為題組

如圖 7 所示，兩條長度固定為 l_1 、 l_2 且質量可忽略不計的細繩，分別繫著質量為 $5m$ 和 m 的質點，兩質點以相同的角頻率繞同一鉛直線水平等速圓周運動。已知重力加速度為 g ，兩繩的張力分別為 T_1 及 T_2 ，兩繩與鉛直線夾角的正弦值分別是 $1/\sqrt{5}$ 及 $2/\sqrt{5}$ ，回答下列第 19-20 題：

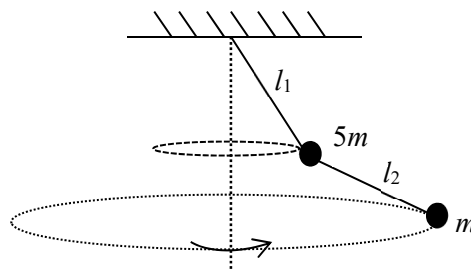


圖 7

19. 張力 T_2 為 mg 的多少倍？

- (A) $\sqrt{3}$
- (B) 2
- (C) $\sqrt{5}$
- (D) $\sqrt{7}$
- (E) $3\sqrt{5}$

20. 兩細繩張力的比值 T_1/T_2 為何？

- (A) 3
- (B) 2
- (C) $\frac{6}{5}$
- (D) $\frac{5}{6}$
- (E) $\frac{1}{3}$

二、多選題（占 20 分）

說明：第21題至第24題，每題有5個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得5分；答錯1個選項者，得3分；答錯2個選項者，得1分；答錯多於2個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 有一固定靜止於水平桌面上的直角三角形木塊，其底角 $\beta > \alpha$ ，如圖 8 所示。質量同為 m 之甲、乙小木塊，均可視為質點，分別置於該木塊互相垂直之兩邊相同高度處。若甲、乙與斜面間無摩擦力，且兩小木塊同時由靜止下滑，則下列有關木塊運動的敘述，哪些正確？

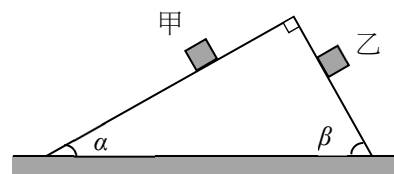


圖 8

- (A) 滑落過程中，甲的加速度量值小於乙的加速度量值
 - (B) 滑落過程中，二小木塊的加速度量值相同
 - (C) 滑落過程中，兩小木塊施加於三角形木塊之合力為零
 - (D) 二小木塊將同時抵達桌面
 - (E) 二小木塊抵達桌面時的速率相同
22. 一木塊在水平桌面上平移滑動，因為摩擦力的作用，最後會停下來。此木塊的質量為 m ，初速為 v ，木塊與桌面的靜摩擦係數為 μ_s 、動摩擦係數為 μ_k 、重力加速度為 g ，假設以上參數皆可變化，則改變哪些參數，會使木塊由開始平移運動到完全停下前所行經的距離產生變化？

- (A) m
- (B) v
- (C) μ_s
- (D) μ_k
- (E) g

23. 如圖 9 所示，甲、乙、丙、丁、戊等 5 道平行光線垂直入射一透明半球型玻璃體的底平面，其中甲光線恰好沿球半徑（虛線）的方向入射，此 5 道平行光線共平面，且將半球底平面的圓半徑均分為 5 等分。已知半球型玻璃體靜置於空氣中，且其折射率為 1.8，則哪幾道光線在折射進入玻璃體後，第一次在球面與空氣界面處，會發生全反射？

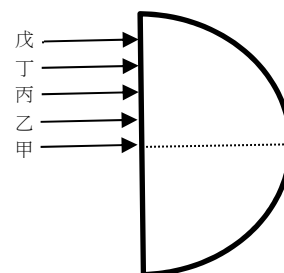


圖 9

- (A) 甲
(B) 乙
(C) 丙
(D) 丁
(E) 戊
24. 耳膜因熱輻射會發出電磁波，耳溫槍可偵測其中強度最高、波長為 λ_m 的波，並利用波長 λ_m 與耳溫間的關聯來判定體溫。已知耳溫 308.1 K 時，測得的波長 λ_m 為 9404.5 奈米，而耳溫 310.1 K 時測得的波長為 9343.9 奈米，則下列敘述哪些正確？
- (A) 耳溫槍所測得來自耳膜之電磁波主要在紅外光範圍
(B) 耳溫槍是利用波長 λ_m 與絕對溫度成正比的關係來判定溫度
(C) 若溫度越高，則對應於 λ_m 的電磁波頻率將越低
(D) 若耳溫槍測得的波長 λ_m 為 9300 奈米，則對應的耳溫為 300 K
(E) 若耳溫槍測得的波長 λ_m 為 9353 奈米，則被測者未達 38℃ 的發燒溫度

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（1、2、……），若因字跡潦草、未標示題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，其後果由考生自行承擔。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

- 一、一組學生在做完電子荷質比實驗後，想到可使用其中的「亥姆霍茲線圈」測量光電效應實驗中光電子的動能。經討論後，將實驗裝置安排如圖 10 所示，其中兩線圈的中心軸沿著 x 軸方向，而光電效應實驗的兩個金屬電極與可調變的直流電源相接，在負極中央開洞，使得光電子以垂直 x 軸的方向入射兩線圈中央的磁場區，回答下列問題：

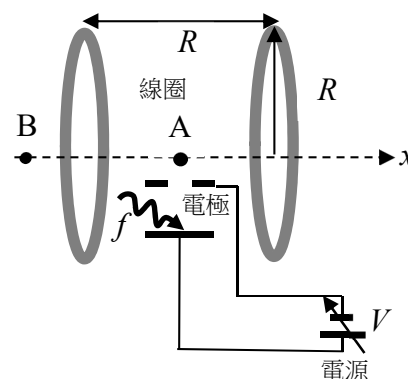


圖 10

1. 使用亥姆霍茲線圈時，若欲在兩線圈間的中心 A 點處產生指向 x 方向的近似均勻磁場時，從 B 點位置朝 x 方向觀察兩線圈，試分別回答左右線圈上的電流為順時針或逆時針方向？（2 分）

- 欲得知金屬電極在入射光頻率 f 的照射下的截止電壓 V ，學生將電源電壓設定為零，調整亥姆霍茲線圈中的電流使得兩線圈中間的磁場量值為 B 後，再測量進入兩線圈間中心磁場區的光電子的運動半徑最大值為 R_m 。說明如何由此決定截止電壓 V （以電子質量 m 、電荷 e 、磁場 B 與半徑最大值 R_m 表示答案）。（5 分）
- 學生欲測量金屬電極的功函數，但只有兩個入射光頻率 f_1 、 f_2 可使用，且 $f_1 < f_2$ ，因此將亥姆霍茲線圈中的電流分別調整為 i_1 、 i_2 ，且 $i_1 < i_2$ 。試在答案卷上的作圖區以 f 為橫軸， R_m^2 為縱軸作圖，並說明如何利用 f_1 、 f_2 與 i_1 、 i_2 ，以決定功函數。（3 分）

二、某些電中性分子的正、負電荷分布並非均勻，而具有特殊的排列。例如圖 11 所示，水分子 H_2O 的負電荷（ $-q$ ， $q > 0$ ）靠近氧原子，而等量的正電荷（ $+q$ ）靠近兩個氫原子連線的中點，正負電荷分離固定距離 r ，稱為電偶極。以乘積 qr 代表電偶極矩 p ，並將電偶極矩向量定義為 $\vec{p} = q\vec{r}$ ，其中相對位置向量 $\vec{r}$ 的方向係從負電荷指向正電荷。已知一水分子的電偶極矩的量值為 $6.3 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$ 。

- 如圖 12 所示，一電偶極的電偶極矩為 qr ，在正負兩電荷連線的延長線上距正電荷為 R 處有一點 N，設 k 為庫侖常數，無窮遠處的電位為零，求 N 點處之電位。（3 分）
- 如圖 13 所示，將一水分子置於外加均勻電場 $\vec{E}$ 中，水分子的電偶極矩向量 $\vec{P}$ 與電場 $\vec{E}$ 的夾角為 θ 。（a）試證明此水分子所受的力矩量值為 $pE \sin \theta$ 。（b）當 $E = 5.0 \times 10^4 \text{ N/C}$ ， $\theta = 30^\circ$ 時，此水分子所受的力矩量值為何？（4 分）
- 微波爐產生的微波可用來加熱食物，而一般市售微波爐的微波頻率約為數個 GHz，試以文字說明微波爐能迅速加熱食物的最主要原因，不必計算。（3 分）

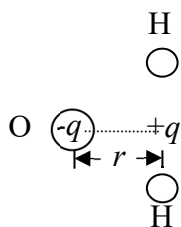


圖 11

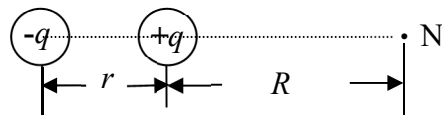


圖 12

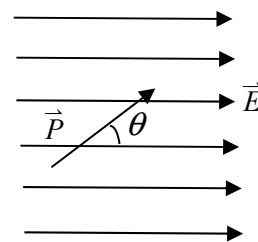


圖 13